

## АКТИВНО-ИМПУЛЬСНЫЕ СИСТЕМЫ ВИДЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАССТОЯНИЙ ДО ОБЪЕКТОВ С ИХ ПОМОЩЬЮ

В. А. Горобец, В. В. Кабанов, Б. Ф. Кунцевич

Институт физики им. Б. И. Степанова НАН Беларуси, Минск

E-mail: bkun@ifanbel.bas-net.by

В настоящее время большое внимание уделяется разработке активно-импульсных систем видения (АИСВ) применительно к решению различных конкретных задач (см., например, [1–3]). Кратко принцип работы АИСВ заключается в следующем. Объект наблюдения освещается короткими лазерными импульсами длительностью которых  $\Delta t_{\text{лаз}}$  значительно меньше времени распространения света до объекта и обратно. Приемный блок с помощью электронно-оптического преобразователя (ЭОП) открывается с некоторой задержкой  $\Delta t_{\text{зад}} = \Delta t_{\text{з-упр}} + \Delta t_{\text{з-х}}$  ( $\Delta t_{\text{з-упр}}$  – известная составляющая задержки, определяемая прямоугольными управляющими импульсами,  $\Delta t_{\text{з-х}}$  – как правило, точно неизвестная составляющая) относительно посылаемых световых импульсов на короткий интервал времени  $\Delta t_{\text{ЭОП}}$ . В том случае, когда временная задержка между моментами открывания затвора и излучения импульса подсветки равна времени, необходимому для прохождения светом расстояния до объекта и обратно, наблюдатель видит только сам объект и слой пространства, непосредственно его окружающий. АИСВ предназначены, в основном, для повышения дальности обнаружения и распознавания объектов при пониженной прозрачности атмосферы (туман, дымка, снег и т.д.).

Одной из важных с практической точки зрения функций АИСВ, отсутствующих у других типов систем видения, является возможность определения расстояния до объектов. Вместе с тем, в литературе практически отсутствует анализ физических принципов работы АИСВ в режиме дальнометрирования, позволяющий разработать пригодные для использования и метрологической аттестации методики определения расстояний до объектов с помощью АИСВ.

Настоящая работа посвящена описанию АИСВ, разработанных в Институте физики НАН Беларуси. Экспериментально и численно исследуются основные закономерности формирования изображения в АИСВ при наблюдении на горизонтальных трассах. Приводится физическая интерпретация появления характерных расстояний и предлагаются способы точного определения расстояний до объектов.

При изменении с помощью пульта управления задержки  $\Delta t_{\text{зад}}$  просматриваются различные слои пространства в окрестности объекта.

Известная составляющая задержки пересчитывается в расстояние  $S_i = c\Delta t_{3-упр}/2$ , которое отображается на пульте ( $c$  - скорость света).

В таблице приведены определяемые с помощью пульта характерные расстояния  $S_i$  ( $S_{нач}$  и  $S_{кон}$  – расстояния, соответствующие начальной и конечной точкам зоны видимости объекта,  $S_{нач-макс}$  и  $S_{кон-макс}$  – расстояния, соответствующие начальной и конечной точкам максимальной яркости объекта на экране видеомонитора), которые выражены через времена  $\Delta t_{лаз}$ ,  $\Delta t_{ЭОП}$ ,  $\Delta t_{3-х}$  и расстояние до объекта  $S_{об}$ .

Таблица.

Характерные расстояния и расстояние до объекта.

Расстояние	$\Delta t_{лаз} > \Delta t_{ЭОП}$	$\Delta t_{лаз} < \Delta t_{ЭОП}$	$\Delta t_{лаз} = \Delta t_{ЭОП}$
Характерные расстояния (дистанции)			
$S_{нач}$	$S_{об} - c(\Delta t_{ЭОП} + \Delta t_x)/2$	$S_{об} - c(\Delta t_{ЭОП} + \Delta t_x)/2$	$S_{об} - c(\Delta t_{ЭОП} + \Delta t_x)/2$
$S_{нач-макс}$	$S_{об} - c\Delta t_x/2$	$S_{об} - c(\Delta t_{ЭОП} - \Delta t_{лаз} + \Delta t_x)/2$	$S_{макс} = S_{об} - c\Delta t_x/2$
$S_{кон-макс}$	$S_{об} + c(\Delta t_{лаз} - \Delta t_{ЭОП} - \Delta t_x)/2$	$S_{об} - c\Delta t_x/2$	
$S_{кон}$	$S_{об} + c(\Delta t_{лаз} - \Delta t_x)/2$	$S_{об} + c(\Delta t_{лаз} - \Delta t_x)/2$	$S_{об} + c(\Delta t_{лаз} - \Delta t_x)/2$
Расстояние до объекта			
$S_{об}$	$S_{нач} + c(\Delta t_{ЭОП} + \Delta t_x)/2$	$S_{нач} + c(\Delta t_{ЭОП} + \Delta t_x)/2$	$S_{нач} + c(\Delta t_{ЭОП} + \Delta t_x)/2$
$S_{об}$	$S_{нач-макс} + c\Delta t_x/2$	$S_{нач-макс} + c(\Delta t_{ЭОП} - \Delta t_{лаз} + \Delta t_x)/2$	$S_{макс} + c\Delta t_x/2$
$S_{об}$	$S_{кон-макс} - c(\Delta t_{лаз} - \Delta t_{ЭОП} - \Delta t_x)/2$	$S_{кон-макс} + c\Delta t_x/2$	
$S_{об}$	$S_{кон} - c(\Delta t_{лаз} - \Delta t_x)/2$	$S_{кон} - c(\Delta t_{лаз} - \Delta t_x)/2$	$S_{кон} - c(\Delta t_{лаз} - \Delta t_x)/2$

Одним из способов определения расстояния  $S_{об}$  является использование выражений, приведенных в разделе «Расстояние до объекта» таблицы (при условии, что известны все величины из правой части выражений). Остальные три способа основаны на определении так называемых калибровочных постоянных. Например, если при известном расстоянии до объекта найти  $S_{нач}$ , тогда можно вычислить калибровочную постоянную  $K = c(\Delta t_{ЭОП} + \Delta t_x)/2$  (см. строку 3 таблицы). Тогда измерив  $S_{нач}$  для любого объекта и используя значение  $K$  можно вычислить для него значение  $S_{об}$  (см. строку 8 таблицы).

Аналитически и экспериментально показано, что при формировании изображения объектов в АИСВ можно в общем случае выделить четыре характерных расстояния. Предложено четыре возможных способа определения расстояния до объектов при использовании характерных расстояний или измерении калибровочных постоянных.

1. Белоконев В. М., Баюканский М. А., Волков В. Г. и др. // Прикладная физика. 2007. №5. С. 127–129.
2. Голицын А. В., Журавлев П. В., Журов Г. Е. и др. // Изв. ВУЗОВ. Приборостроение. 2009. Т.52. С. 27–34.
3. Горобец В. А., Кунцевич Б. Ф., Петухов В. О., Пучковский И.Н. Сборник трудов конференции «Лазеры. Измерения. Информация-2009», С.-Петербург. 2009. Т 2. С. 48–62.